

## Analisis Nyala Torch Oksidasi Pada Oxy-Acetylene Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Sambungan Las Pelat Baja Karbon Rendah

(Analysis Of Oxidation Torch On Oxy-Acetylene Welding Physical And Mechanical Characters In Welding Connection Low Carbon Steel Plates)

ANDIKA WISNUJATI, RIVALDY M. KARTIKA

### ABSTRACT

Oxy-acetylene welding is widely used in small workshops for car body repair, automobile and motorcycle exhaust, and other improvements using a maximum temperature of 3000°C that can not be done through another process. The purpose of this study was to analyze the effect of torque oxy-acetylene flame on the physical-mechanical properties in welding connection low carbon steel plates. The method used by using a low carbon steel plate 2 (two) pairs in a butt weld dimension of 300 mm x 75 mm x 1 mm. After welding with oxy-acetylene in torch oxidation flame, the specimens were examined through physical observation including microstructure and mechanical properties. Micro hardness vickers was used to evaluate the hardness. Tensile properties was determine using the universal testing machine. In the microstructure testing, there is a pearlite and ferrite whose become different dimensions as it is affected by the heat and air pressure of the weld. Mechanical testing that is tensile test obtained yieldpoint of the specimen A 125,17 N/mm<sup>2</sup> and specimen B 126,55 N/mm<sup>2</sup>. The result of tensile strength specimen A 166,35 N/mm<sup>2</sup> and specimen B 169,76 N/mm<sup>2</sup>. While the vickers test obtained the highest hardness that is 152.5 VHN in the welding area, and the lowest hardness number is 124,9 VHN in the heat affected zone.

**Keywords:** Oxy Acetylene, Oxidation Flame, Low Carbon Steel, Physical and mechanical properties.

### PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan perindustrian karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam dan besi. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan. Pada era industri teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam prosesnya.

Las *Oxy-acetylene* adalah proses pengelasan secara manual, dimana permukaan yang akan disambung mengalami pemanasan sampai mencair oleh nyala (*flame*) gas *acetylene* yaitu pembakaran C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> dengan O<sub>2</sub> dengan logam pengisi atau tanpa logam pengisi dimana proses penyambungan tanpa penekanan. Disamping untuk keperluan pengelasan (penyambungan) las *oxy-acetylene* dapat juga

digunakan sebagai *preheating*, *brazing*, *cutting* dan *hard facing*. Penggunaan untuk produksi (*production welding*), pekerjaan lapangan (*field work*), dan reparasi (*repair & maintenance*). Dalam aplikasi hasilnya sangat memuaskan untuk pengelasan baja karbon, terutama lembaran logam (*sheet metal*) dan pipa-pipa berdinding tipis. Meskipun hampir semua jenis logam ferrous dan non ferrous dapat di las dengan las gas, baik dengan atau tanpa bahan tambahan (*filler metal*).

Proses pengelasan las *oxy-acetylene* sering di dapatkan suatu cacat pada las *oxy acetylene* diantaranya adalah penetrasi yang kurang sempurna, fusi yang kurang sempurna, *undercutting*, *porosity* dan *longitudinal crack*. Pengelasan *oxy acetylene* masih banyak digunakan di bengkel-bengkel kecil untuk proses repair karoseri mobil, kenalpot mobil dan motor yang menggunakan suhu 3000°C yang tidak bisa dilakukan dengan proses lain. (Handar dan Yudi, 2011)

Penelitian yang dilakukan oleh Wilopo, dkk (2013) tentang studi kualitas *repair welding*

menggunakan metode *oxy acetylene* dengan *PWHT* pada cast wheel aluminium didapatkan hasil struktur mikro daerah logam las yang pada waktu pengelasan mencair dan membeku terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambahan elektroda. Kekuatan yang diuji kekerasan mengalami penurunan dari material raw 0,0924 J/mm<sup>2</sup> sedangkan pada daerah las 0,0789 J/mm<sup>2</sup>. Handar dan Yudi (2011) tentang studi kekuatan las *oxy acetylene* pada variasi kampuh didapatkan hasil kekuatan tarik hasil pengelasan pada sambungan dengan kampuh V yaitu sebesar 317,7 N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan terkecil terjadi pada sambungan las dengan kampuh U yaitu sebesar 268.3 N/mm<sup>2</sup>.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat fisik yang terjadi pada plat baja karbon rendah setelah dilas dengan menggunakan las *oxy acetylene* dengan nyala *torch* oksidasi pada daerah las, HAZ (*Heat Affected Zone*) dan logam induk dilihat dari struktur mikronya. Selain itu juga diamati kekuatan tarik dan kekerasan dari sambungan las tersebut.

## METODE PENELITIAN

### *Alat dan Bahan*

Penelitian ini menggunakan pelat baja karbon rendah berukuran 300 mm x 75 mm x 1 mm berjumlah 6 pasang. Jumlah tersebut, 3 (tiga) pasang untuk pengujian kekerasan dan 3 (tiga) pasang untuk pengujian tarik. Enam pasang potongan pelat di las oksi-asetelin dengan variabel nyala oksidasi. Batang las menggunakan R60 (ASME, 2001).

Pada pengelasan *oxy-acetylene* dengan nyala api oksidasi terhadap baja karbon rendah menggunakan beberapa alat penunjang yang berkaitan dengan proses pengelasan, diantaranya: Sikat kawat (*wire brush*), palu Las (*chipping hammer*), tang jepit, mesin gerinda

tangan, alat pelindung diri. Sedangkan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: las *oxy-asetilen*, dan pelat baja karbon rendah.

Pelaksanaan pembuatan bahan (*specimen*) pengecoran dilakukan di laboratorium proses produksi D3 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian bahan dilakukan di laboratorium bahan, Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Deskripsi pengujian tarik dibuat tabel dan grafik untuk distribusi fase ferit atau perlit dan ukuran butir pada struktur mikro, dan distribusi kekerasan mikro Vickers daerah logam induk (*base metal*), daerah terpengaruh panas (*heat affected zone*), dan logam las (*welding metal*).

### *Metode Pengujian*

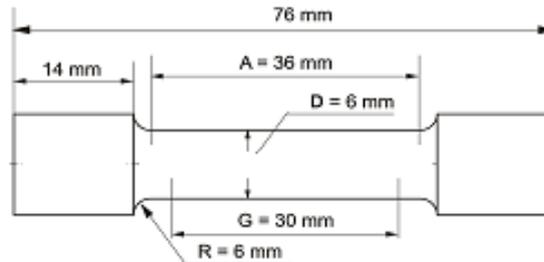
Persiapan yang dilakukan sebelum mengamati struktur mikro adalah pengefraisan spesimen, pengampelasan, pemolesan dan pengetsaan. Setelah dipilih, bahan uji diratakan kedua permukaannya dengan menggunakan mesin frais, dalam pendinginan harus selalu terjaga agar tidak timbul panas yang mempengaruhi struktur mikro. Setelah rata digosok dengan menggunakan ampelas mulai dari yang kasar sampai yang halus. Arah pengampelasan setiap tahap harus diubah, pengampelasan yang lama dan penuh kecermatan akan menghasilkan permukaan yang halus dan rata. Bahan yang halus dan rata itu diberi penghalus *autosol* untuk membersihkan noda yang menempel pada bahan. Langkah terakhir sebelum dilihat struktur mikro adalah dengan mencelupkan spesimen kedalam larutan *etsa* dengan penjepit tahan karat dan permukaan menghadap keatas. Kemudian spesimen dicuci dengan air, dikeringkan dan dilihat stuktur mikronya dengan mikroskop.



GAMBAR 1. Spesimen uji metalografi

Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses

pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum.



GAMBAR 2. Spesimen uji tarik (*Standar JIS Z 2201*)



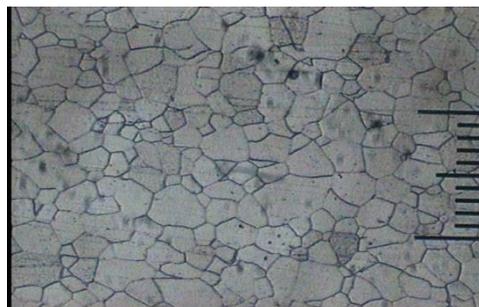
GAMBAR 3. Alat uji tarik (*servovulser*)

Pengujian kekerasan dimaksudkan untuk mendapatkan data perubahan kekerasan dari bahan akibat adanya pengelasan. Pengujian dilakukan dengan mesin uji keras (*Vickers Hardness Testing Machine*) dengan cara melakukan penekanan pada sampel menggunakan penekan berbentuk piramida intan yang dasarnya bujur sangkar. [Surdia, 1999]. Besarnya angka kekerasan dihitung berdasarkan persamaan [1]:

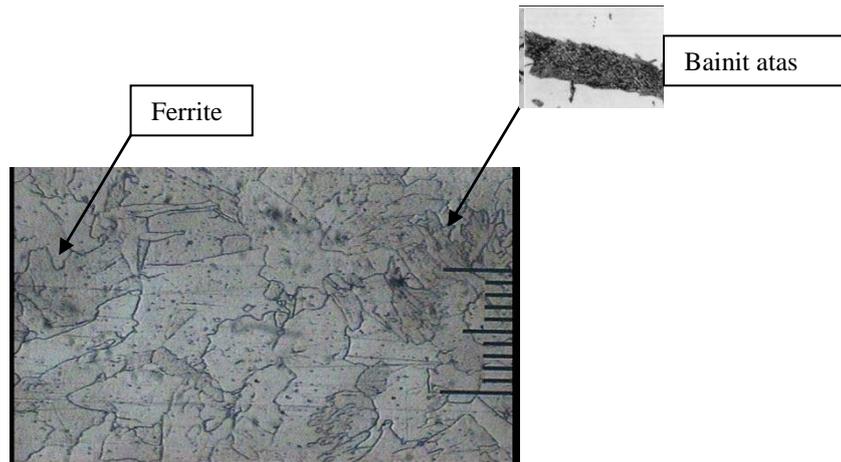
$$VHN = 1,854 \times \frac{P}{d^2} \quad (1)$$

VHN : Angka kekerasan Vickers (*Hardness Vickers Number*)  
 P : Beban yang digunakan (kg)  
 d : Diagonal indentasi (mm)

#### HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 4. Struktur mikro *raw material*



GAMBAR 5. Struktur mikro pada daerah Las

Hasil pengujian baja karbon rendah yang telah di las oleh las *oxy-acetylene* pada daerah las bisa dilihat pada gambar 5. Daerah logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Komposisi logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda. Karena logam las dalam proses pengelasan ini mencair kemudian membeku, maka kemungkinan besar terjadi pemisahan komponen yang menyebabkan terjadinya struktur yang tidak homogen, ketidak homogennya struktur akan menimbulkan struktur ferit kasar dan bainit atas yang menurunkan ketangguhan logam las. Pada daerah ini struktur mikro yang terjadi adalah struktur cor. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (*columnar grains*). Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las kandungan masih.

Pada daerah HAZ yang dekat pada garis lebur *ferrite* akan mengalami pertumbuhan dengan cepat pada proses pengelasan berlangsung sehingga struktur berubah sesuai dengan siklus *thermal* yang terjadi saat pengelasan dilakukan, sehingga menyebabkan daerah HAZ terjadi penurunan kekuatan yang mengakibatkan menjadi daerah yang rawan getas. Daerah pengaruh panas atau HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus thermal pemanasan dan pendinginan cepat. Retak dingin tidak hanya terjadi pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) atau sering disebut dengan daerah pergaruh panas tetapi biasanya terjadi pada logam las. Retak dingin ini dapat terjadi pada daerah panas yang sering terjadi. Dan retakan ini dapat dilihat dibawah manik Ias, retak akar dan kaki, serta retak melintang. Namun cacat las tersebut tidak menjadi bagian dari penelitian ini.

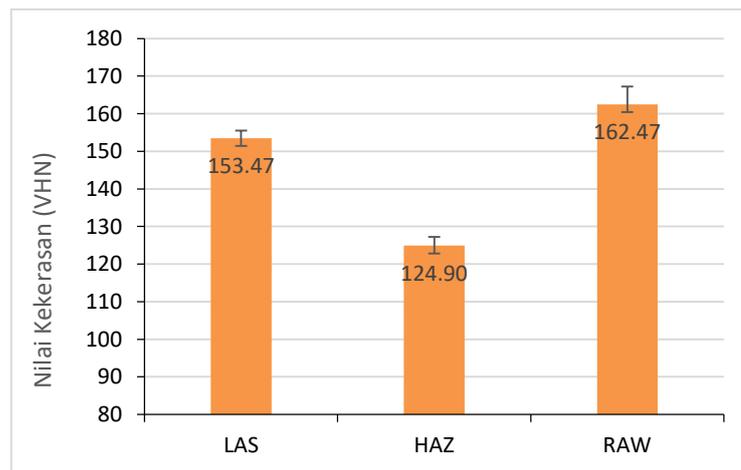
GAMBAR 6. Struktur mikro pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*)

GAMBAR 7. Spesimen Uji Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan *vickers* dilakukan menggunakan beban 200gf. Adapun hasilnya sebagai berikut:

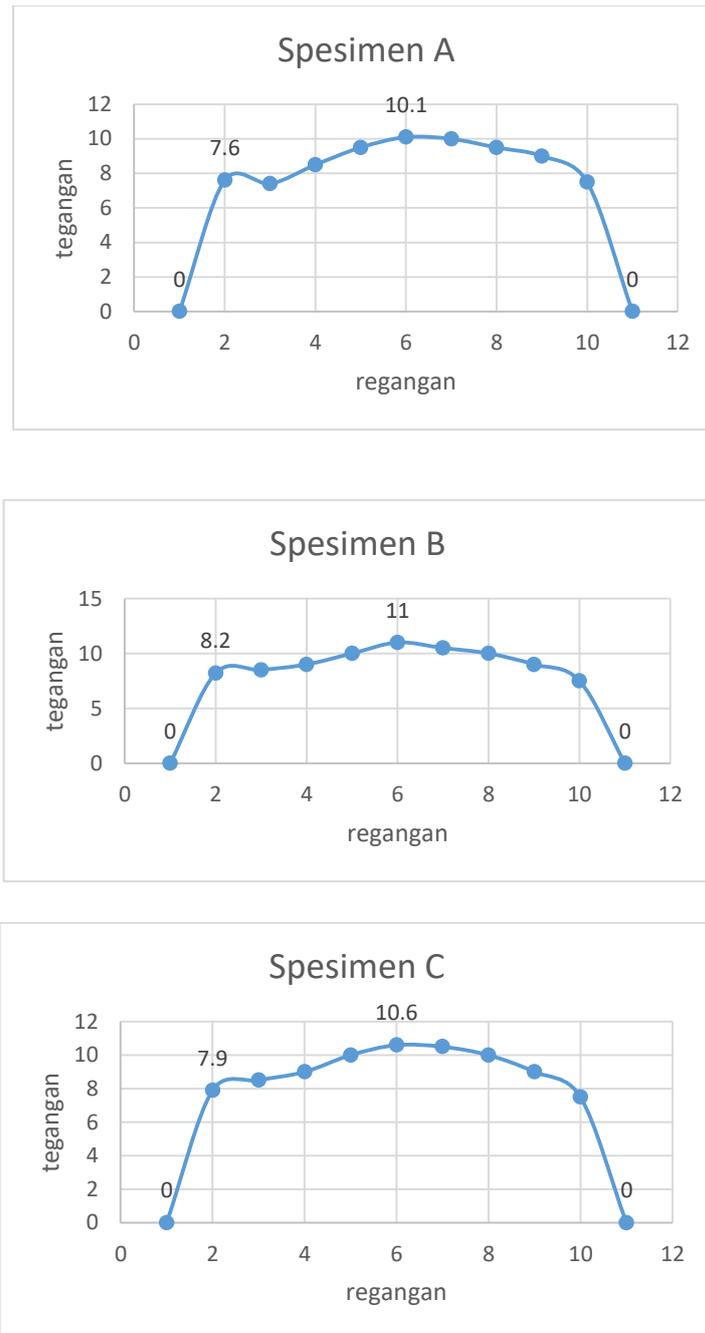
TABEL1. Hasil Pengujian *Vickers*

No	Daerah Uji	d rata-rata	Kekerasan (VHN) $x_i$	Rata-rata VHN $\bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	Kekerasan (VHN)+SD
1	Las	49,0	154,5	153,4	1,21	154,5 + 1,79
2		49,0	154,5	153,4	1,21	154,5 + 1,79
3		49,5	151,4	153,4	4	151,4 + 1,79
4	Haz	55,0	122,6	124,9	5,29	122,6 + 2,3
5		54,5	124,9	124,9	0	124,9 + 2,3
6		54,0	127,2	124,9	5,29	127,2 + 2,3
7	Raw	48,5	157,7	162,4	22,09	157,7 + 4,15
8		46,0	165,3	162,4	8,41	165,3 + 4,15
9		47,5	164,4	162,4	4	164,4 + 4,15

GAMBAR 8. Grafik Pengujian Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan *Vickers* pada daerah HAZ diambil tiga titik, hasil yang didapat tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sehingga harga kekerasan pada daerah las rata-rata sebesar 153,47 VHN, sedangkan untuk daerah HAZ 124,9 VHN dan raw material didapatkan harga kekerasan rata-rata sebesar 162,47 VHN. Perbandingan hasil pengujian menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengujian *vickers* (VHN) terhadap pengelasan *oxy acetylene* dengan variabel nyala *torch* oksidasi pada sambungan baja karbon rendah bisa

diketahui bahwa harga kekerasan tertinggi yaitu pada daerah las, sedangkan harga kekerasan terendah yaitu pada daerah HAZ. Hal ini dikarenakan pada daerah HAZ struktur mikro mendapat panas yang tinggi dari las *oxy acetylene* yang menyebabkan senyawa dalam karbon merenggang dan mengurangi kekuatan pada baja karbon tersebut. Pengujian tarik yang dilakukan menggunakan mesin *Servovulser* dengan daya tarik max 2000 kg dihasilkan grafik pengujian seperti gambar 9.



GAMBAR 9. Hasil pengujian tarik

Grafik tersebut diatas menunjukkan nilai kuat tarik bahan. Tegangan maksimum menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh bahan atau logam sebelum mengalami perubahan penampang. Nilai ini disebut sebagai kekuatan tarik (*tensile strength*).

Dari hasil pengujian seperti pada gambar 9 dapat diketahui sebagai berikut :

1. Speseimen A memiliki titik luluh pada 8,2% dan titik putus pada 11% dengan beban maksimal 2000 kg.
2. Spesimen B memiliki titik luluh pada 7,6% dan titik putus pada 10,1% dengan beban maksimal 2000 kg.
3. Spesimen C memiliki titik luluh pada 7,9% dan titik putus pada 10,6% dengan beban maksimal 2000 kg.

TABEL 2. Hasil pengujian tarik

No	Kode Spesimen	Lebar (mm)	Lo (mm)	Li (mm)	Ao (mm)	Pmax (n)	$\sqrt{max}$ (n/mm <sup>2</sup> )	$\sqrt{Y}$ (n/mm <sup>2</sup> )	e	E (N/mm <sup>2</sup> )
1	A	11,9	50	64	11,9	1979,6	166,35	125,17	28%	594,10
2	B	12,7	50	66	12,7	2156	169,76	126,55	32%	530,5
3	C	12,3	50	66	12,3	2044	167,80	125,75	30%	584,5



GAMBAR 10. Spesimen hasil uji tarik

Hasil pengujian tarik pada sambungan las *oxy acetylene* dengan nyala variabel *torch* oksidasi terhadap baja karbon rendah memiliki kekuatan tegangan luluh spesimen A 125,17N/mm<sup>2</sup> dan spesimen B 126,55N/mm<sup>2</sup> serta spesimen C 125,75N/mm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tegangan tarik pada spesimen A 166,35N/mm<sup>2</sup> sedangkan spesimen B 169,76N/mm<sup>2</sup> dan spesimen C 167,80N/mm<sup>2</sup>. Ketiga spesimen memiliki kekuatan pada daerah las yang lebih kuat dibandingkan dengan daerah lain, karena pada saat pengujian tarik spesimen luluh dan putus pada daerah HAZ bukan pada daerah. Hal ini dikarenakan daerah HAZ merupakan daerah yang sangat rawan putus/patah karena mendapat panas dari pengelasan yang menyebabkan pemuaiannya strukturnya sehingga mengurangi kekuatannya. Pada material yang diperjualbelikan dipasaran (diperdagangkan), kekuatan dari material tersebut sering diberikan dalam bentuk hasil pengujian berupa tegangan tarik atau kekerasan, dimana besar tegangan tarik ini selalu berhubungan dengan angka kekerasan dari suatu material. Besar tegangan tarik juga berhubungan dengan besar tegangan-tegangan yang lainnya misalnya : tegangan

lengkung, tegangan geser, dan tegangan puntir. Hasil dari tegangan tarik dari berbagai bahan, diperoleh dari hasil percobaan yaitu dengan menarik material tersebut sampai putus. Perbandingan hasil pengujian kekuatan tarik yang dilakukan oleh Handar dan Yudi (2011) pada pengujian daerah sambungan las dengan kampuh V terdapat pada sambungan dengan kampuh V yaitu sebesar 317,7 N/mm<sup>2</sup>. Perbedaan tersebut ada pada penggunaan kampuh V untuk pengelasan tersebut.

#### KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kekuatan sambungan pelat baja karbon rendah yang dilas *oxy acetylene* dengan variabel nyala *torch* oksidasi dilakukan pengujian fisik dan mekanik. Semakin tinggi kadar besi dan semakin rendah kadar karbon maka semakin banyak *ferrite* dan semakin sedikit *perlite*, sehingga yang terkandung dalam pelat baja karbon rendah ini lebih banyak *ferrite* dibanding *perlite*. Bentuk dan ukuran struktur sangat dipengaruhi oleh panas las dan tekanan

oksigen dari las. Pengujian kekerasan vickers di peroleh titik terendah pada daerah *HAZ* sebesar 124,9 VHN dan titik tertinggi pada daerah las sebesar 153,4 VHN. Pada uji tarik memiliki tegangan luluh spesimen A 125,17N/mm<sup>2</sup> dan spesimen B 126,55N/mm<sup>2</sup> sedangkan tegangan tarik pada spesimen A 116,35N/mm<sup>2</sup> dan spesimen B 169,76N/mm<sup>2</sup> yang menunjukkan titik putus pada daerah *HAZ*. Hasil pengujian fisik (struktur mikro) dan mekanik (uji tarik dan kekerasan *vickers*) pada las *oxy acetylene* dengan nyala variabel *torch* oksidasi terhadap sambungan pelat baja karbon rendah di dapat daerah las memiliki kekuatan yang baik karena daerah yang lemah terdapat pada daerah *HAZ* (*Heat affected zone*) karena dari tiga pengujian menunjukkan daerah paling lemah adalah daerah *HAZ* dan paling kuat terdapat pada daerah las.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Handar, N dan Yudi, P. I (2011)., Studi Kekuatan Las *Oxy Acetylene* pada Variasi Kampuh Jurnal Teknik Mesin Vol. 1, No. 1, Oktober 2011: 1-8. Institut Teknologi Padang.
- JIS Handbook Non Ferrous Metal and Metallurgy, 1977, Japanese Standards Association
- Surdia, Tata, dkk.(1999)., Pengetahuan Bahan Teknik, Edisi 4, PT. Pradya Paramita, Jakarta.
- Wilopo Irman A, dkk. (2013)., Studi Kualitas *repair welding* menggunakan metode *oxy acetylene* dengan *PWHT* pada *cast wheel aluminium*. Universitas Negeri Yogyakarta.

---

#### PENULIS:

Andika Wisnujati

Program Studi D3 Teknik Mesin, Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email : awjati83@gmail.com

Rivaldy M. Kartika

Program Studi D3 Teknik Mesin, Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.